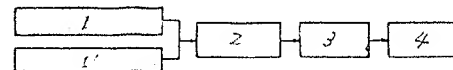


**(54) PREPARATION OF ELECTRICAL INSULATING COIL**

(11) 62-114453 (A) (43) 26.5.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 60-250898 (22) 11.11.1985  
 (71) TOSHIBA CORP (72) RYOJI KUMAZAWA  
 (51) Int. Cl. H02K15/12, H01F41/12, H02K3/32

**PURPOSE:** To perform automatized production, by forming, heating, and pressure-forming a conductor, after wholly aromatic polyamide composite paper and heat-proof film are adhered together with a specified resin composition and a linear conductor is wound up with the paper and the film.

**CONSTITUTION:** An insulating tape with wholly aromatic polyamide composite paper and heat-proof film put together with a resin composition of 25~60wt% essential with epoxy resin, acid anhydride, aluminum compound and organic silicon compound, to the total weight of a desired insulating tape is formed. A linear conductor is wound up with the insulating tape, and the insulating conductor is bent in the desired shapes of half turn coils, turtle-back type coils or the like, and after that, by heating and pressure-forming the conductor, an electrical insulating coil is formed.



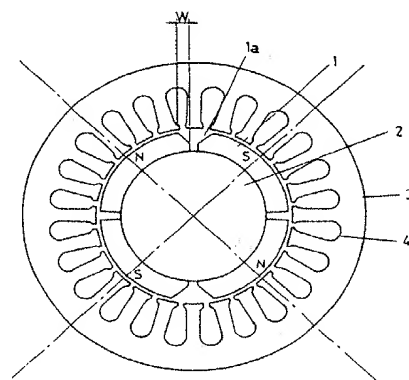
1: manufacturing process of insulating tapes, 1': manufacturing process of protective tapes, 2: process of winding up conductors with tapes, 3: process of bending conductors in coil shapes, 4: process of heating, and pressure-forming conductors

**(54) BRUSHLESS MOTOR**

(11) 62-114454 (A) (43) 26.5.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 60-252156 (22) 11.11.1985  
 (71) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (72) YOSHIO YAMADA  
 (51) Int. Cl. H02K21/08, H02K21/14

**PURPOSE:** To reduce cogging torque generated due to the magnetic ununiformity of winding grooves and an armature core, by applying the bevelling of specified dimension to C-type field magnets organizing a rotor.

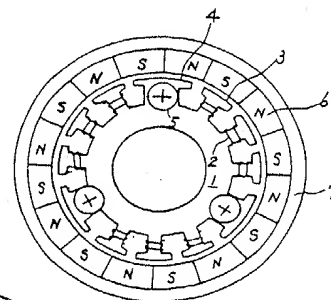
**CONSTITUTION:** A rotor is provided with a quantity P of C type field magnets 1 fitted on the circumference at equal angle intervals. A stator 3 consists of a quantity (n) of winding grooves 4, and an armature core with magnetic poles formed between the winding grooves 4. When among boundary sections at the adjacent positions in a quantity P of the C type field magnets 1, on each end surface of the magnets 1 with a quantity P/2 of the boundary sections confronted with each other every other boundary section, the radius of the rotor is set to be  $r_a$ , and when the least common multiple between the quantity P of the magnets 1 and the quantity of the winding grooves 4 is set to be G(P, n), then the bevelling 1a of the dimension of  $\pi \times P \times r_a / 2 \times G(P, n)$  is applied.

**(54) MAGNET ROTARY MACHINE**

(11) 62-114455 (A) (43) 26.5.1987 (19) JP  
 (21) Appl. No. 60-250773 (22) 11.11.1985  
 (71) HITACHI LTD (72) FUMIO TAJIMA(3)  
 (51) Int. Cl. H02K21/22, H02K21/00

**PURPOSE:** To diminish cogging torque, by making the range in the peripheral direction of an auxiliary salient pole having no armature winding, larger than the range in the peripheral direction of a main salient pole having the armature winding.

**CONSTITUTION:** A stator 1 is provided with main poles 3 wound up with armature windings 2, and with auxiliary salient poles 4 having no armature windings. A rotor is provided with a yoke 7 with fitted magnets 6. The range in the peripheral direction of the auxiliary salient pole 4 is made larger than the range of the main pole 3 wound up with the armature winding 2. By keeping the range in the peripheral direction of the auxiliary salient pole 4, to be equal to the dimension of the smallest fitting screw slot, and by diminishing the range in the peripheral direction of the main pole 3, a device can be miniaturized. Besides, by making the range in the peripheral direction of the auxiliary salient pole 4 different from the range in the peripheral direction of the main pole 3, the constituent of a cogging torque can be diminished.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-114454

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 21/08  
21/14

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

A-7154-5H  
M-7154-5H

⑭ 公開 昭和62年(1987)5月26日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 ブラシレス電動機

⑯ 特 願 昭60-252156

⑰ 出 願 昭60(1985)11月11日

⑱ 発 明 者 山 田 芳 生 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑲ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地

⑳ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

明 細 書

1、発明の名称

ブラシレス電動機

2、特許請求の範囲

円周上に等角度間隔に取り付けたP個のC型界磁マグネットからなる回転子と、n個の巻線用溝および、各巻線用溝の間に磁極が形成される電機子鉄心を有する固定子とを備え、前記P個のC型マグネットの相隣り合うP個の境界部分のうち、一つおきP/2ヶ所の向かい合ったマグネットの境界部分各端面を面取りし、かつ、前記面取りは、回転子半径をraとし、C型マグネットの個数Pと、巻線用の溝数との最小公倍数を

$G(P, n)$ として、 $\frac{\pi \times P \times r_a}{2 \times G(P, n)}$ なる大

きの面取りを施したブラシレス電動機。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明はマグネットを界磁回転子とするブラシレス電動機に関するものである。

従来の技術

以下、図面を参照しながら、従来のブラシレス電動機の一例について説明する。第4図は従来のブラシレス電動機の回転子、固定子鉄心の要部構成図である。

4個のC型界磁マグネット11は回転軸12の円周上に等間隔に取り付けられている。界磁マグネット11の極性N、Sは同図に示すように、交互に配置されている。固定子13の24個の巻線用溝には、3相4極の巻線を施しており(図示せず)、回転子の位置に従って相巻線に電流を通電し回転軸12に回転トルクを発生できる。

発明が解決しようとする問題点

この従来例のブラシレス電動機においては、界磁マグネット11と固定子13を構成する電機子鉄心の巻線用溝の相互作用により、コギングトルクが発生する(たとえば電気学会論文B, 昭58-11, P. 711~718)。第4図の構成において、コギングトルクは界磁マグネットと電機子鉄心の間に蓄えられた磁気エネルギーが、回転

子の回転に伴って変化することによって生じるものである。特に電機子鉄心のスロット数  $n$  と界磁マグネットの磁束密度分布の周期性に関係する。第5図に従来例の界磁マグネットの磁束密度分布を示す。磁気エネルギーは、磁束密度の2乗に関係する量であるから、第6図に示すごとく磁束密度分布と同様に周期性を有する。界磁マグネットが有する磁氣的な周期・波形の基本的な調波成分は第4次調波成分となり、その他に、8次、12次、16次、20次、24次…などの高調波成分を含むことになる。一方、電機子鉄心の磁氣的不均一性（パーミアンスに関係する量）は巻線用溝によって生じる。電機子鉄心の巻線用溝は等角度間隔（ $360^\circ / P = 15^\circ$ ）に配置されているので、電機子鉄心の磁気不均一性の基本的な調波成分は第24次成分となる。従ってこれを基本として、48次、72次…などの高調波成分を含んでいる。コギングトルクは、電機子鉄心の有する磁氣的不均一性の成分とマグネットの有する周期・波形の調波成分が整合（一致）するときに発

生するから、この従来例のコギングトルクは、第24次、48次…などの調波成分を含んだものとなる。

コギングトルクの第24次成分は、24個の巻線用溝によって生じる電機子鉄心の磁氣的不均一性の基本成分に直接に関係している。一般に、電機子鉄心の基本成分は、その他の高調波成分に比べてかなり大きい。その結果、この従来のブラシレス電動機では非常に大きなコギングトルクを発生しており。サーボ電動機としての制御性、特に低速安定性、停止精度に悪影響を及ぼしている。

本発明の目的は巻線用溝と電機子鉄心の磁氣的不均一性の関係によって発生するコギングトルクを大幅に低減することにある。

問題点を解決するための手段

そこで、本発明では、円周上に等角度間隔に取り付けた  $P$  個のC型界磁マグネットからなる回転子と、 $n$  個の巻線用溝および、巻線用溝の間に磁極が形成される電機子鉄心からなる固定子を備え、前記  $P$  個のC型マグネットの相隣り合う  $P/2$  所の

境界部分のうち、一つおき  $P/2$  ヶ所の境界部分の向かい合うマグネットの各端面に、回転子半径を  $r_a$  とし、マグネットの個数  $P$  と巻線用溝の数との最小公倍数を  $G(P, n)$  とした時、

$$\frac{\pi \times P \times r_a}{2 \times G(P, n)}$$
 なる大きさの面取りを施したものである。

作用

本発明は上記の構成にすることによって、界磁マグネットが有する磁氣的な周期・波形の調波成分を簡単に調整することができるので、電機子鉄心との合成の磁気変動分が小さくなり、コギングトルクも小さくなる。

実施例

第1図に本発明の一実施例のブラシレス電動機の回転子、固定子鉄心の要部構成図を示す。4個のC型界磁マグネット1は回転軸2に等角度間隔に取り付けられている。界磁マグネット1の極性N、Sは図に示すように交互に配置されている。界磁マグネットの相隣り合う4ヶ所の境界部分の

うち、一つおき2ヶ所の境界部分の向かい合うマグネットの各端面に、図に示すように、面取り1aを施しており、面取り1aりの大きさ  $W$  は、回転子半径を  $r_a$  とした時、 $\frac{\pi}{12} r_a$  となっている。

24個の固定子3の巻線用溝4には3相4極の巻線を施しており、回転子の位置に従って相巻線に電流も通電することによって、回転軸2に回転トルクを発生できる。

次に本実施例のコギングトルクについて説明する。すでに説明したように、コギングトルクは電機子鉄心の有する磁氣的不均一性の成分と界磁マグネットの有する周期・波形の調波成分が整合（一致）するときに発生する。

電機子鉄心の有する磁氣的不均一性は、スロット数を基本調波としており、電機子鉄心の巻線用溝は等角度間隔（ $15^\circ$ ）に配置されているので、本実施例においては24次となる。また磁氣的不均一性の調波成分は基本調波の整数倍となり、48次、72次…という成分で構成される。一般に、

基本調波成分は、その他の高調波成分に比べてかなり大きい。

一方界磁マグネットの磁氣的な周期、波系の調波成分は、界磁マグネットの磁束密度分布に影響を受ける。

第2図に、本実施例における磁束密度分布の形状を示す。界磁マグネット1の相隣り合う4ヶ所の境界部分のうちの相隣り合う2ヶ所の境界部分のうち、一つおき2ヶ所の向かい合ったマグネット1の各端面に、面取り1aを施しているため、磁束密度分布の形状は、従来例（面取りなし）に比べて一部分磁束密度が低くなっている。

同様に磁気エネルギーは磁束密度の2乗に係る量であるから、第3図に示すように従来例（C面取りなし、一点鎖線で示す。）に比べて一部磁気エネルギーが低くなる部分がある。

基本的な調波は本例では4次になり面取り1aの大きさによってなくなることはないが、面取り1aの大きさによって任意の高調波成分を0にすることができる。

$G(4, 24)$  は24であるから、 $\frac{\pi \times 4 \times r a}{4 \times 24}$   
 $= \frac{\pi}{24} r a$  の面取り1aを施せば、界磁マグネット1の磁気エネルギーの24次調波成分が小さくなりコギングトルクを減少することができる。

#### 発明の効果

以上の如く本発明は、ブラシレス電動機において、固定子の巻線用溝と界磁マグネットの極数に応じて、相隣り合う界磁マグネットの境界部分にあるマグネット端面に選択的にマグネット端面に面取りを施すことによってコギングトルクを大幅に低減したものである。従って本発明によってロボットの関節駆動用ブラシレス電動機等を構成するならば、コギングトルクが小さく、サーボ電動機としての制御性、特に低速安定性、停止精度のよりブラシレス電動機を提供できるものである。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例におけるブラシレス電動機の回転子、固定子鉄心の要部構成図、第2図

界磁マグネット1の極数をP、電機子鉄心の巻線溝数をnとすると、コギングトルクの基本次数は、Pとnとの最小公倍数 $G(P, n)$ で表現することができるため、本例の場合、 $G(4, 24) = 24$ となり、24次の調波を基本調波とするコギングトルクを発生する。

また、コギングトルクは界磁マグネットの調波成分と電機子鉄心の有する磁氣的不均一性の調波成分が整合（一致）するときが発生するので、本実施例の場合、界磁マグネットの高調波24次成分が0であれば、24次のコギングトルクは0となり、その他の高調波成分は一般に小さいので、第3図に示すように各調波を合成したコギングトルクは極端に減少することになる。

以上のように本実施例によれば、C型マグネットの相隣りあう4ヶ所の境界部分のうち、一つおき2ヶ所の向かい合ったマグネットの各端面に、回転半径をraとし、マグネットの個数は4、巻線用溝の数とマグネットの個数との最小公倍数

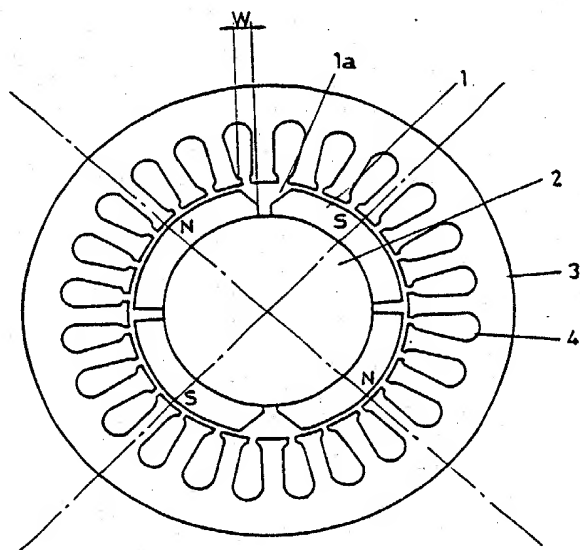
は本発明の実施例における磁束密度分布を示す図、第3図は本発明の実施例における磁気エネルギーの波形及びコギングトルクの値を示す図、第4図は従来例におけるブラシレス電動機の回転子、固定子鉄心の要部構成図、第5図は従来例における磁束密度分布を示す図、第6図は従来例における磁気エネルギーの波形及びコギングトルクの値を示す図である。

1……界磁マグネット、2……回転軸、3……固定子、4……巻線用溝。

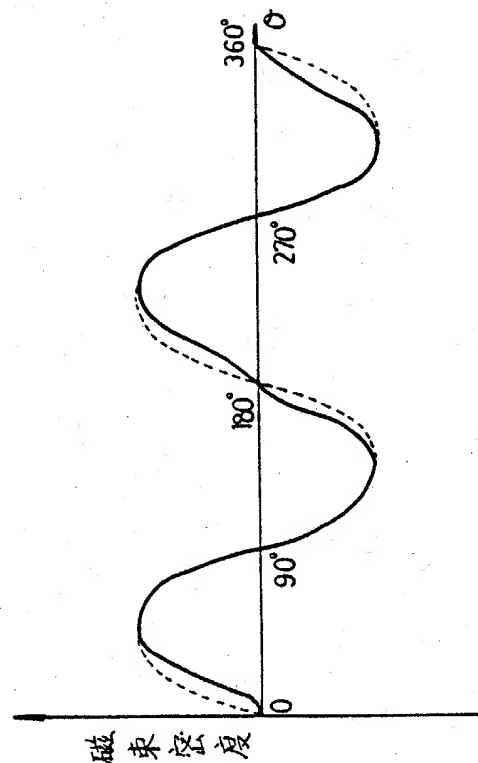
代理人の氏名 弁理士 中尾敏男 ほか1名

第 1 図

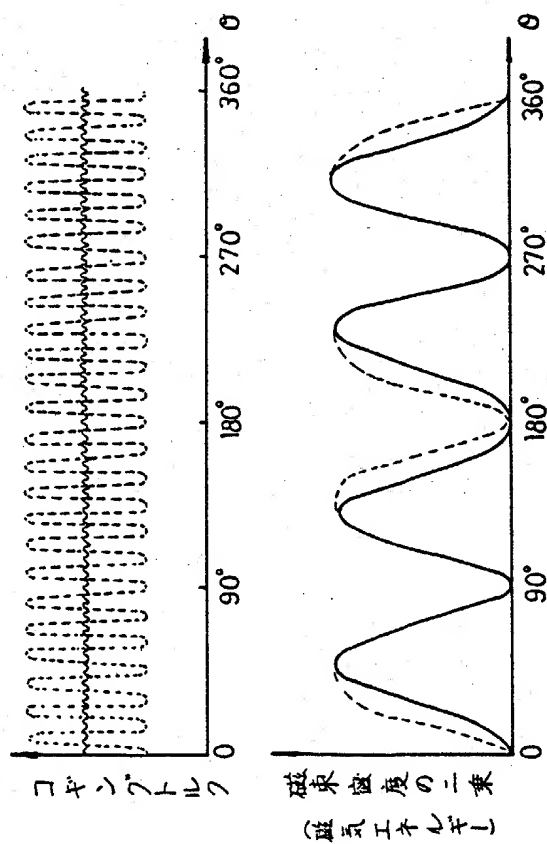
- 1---C型界磁マグネット
- 2---回 転 軸
- 3---固 定 子
- 4---巻 線 用 溝



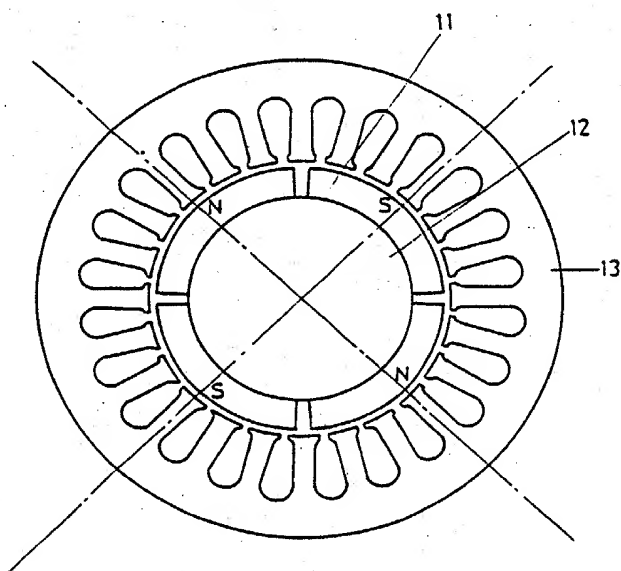
第 2 図



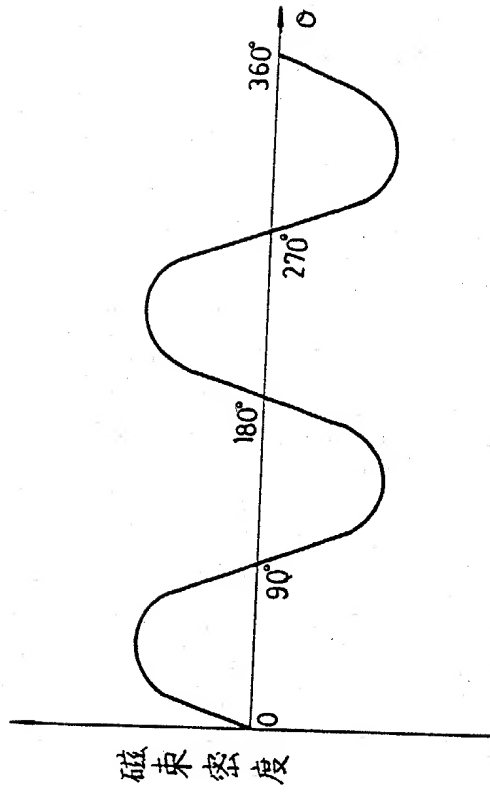
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

